

الحدة والثقل في الأصوات عند الإمام أبي نصر الفارابي (ت339هـ-950م)

"دراسة أكوستيكية صوتية"

عادل إبراهيم أبو شعر*

ملخص

المعارف الصوتية عند المسلمين تقوم على مدرستين عظيمتين: المدرسة النقلية، التي نشأت حول القرآن وعلومه، ويمثلها علوم القراءات والتجويد والنحو والصرف والمعاجم والبلاغة. والأخرى، هي المدرسة العقلية التي اعتمدت على معارف الأمم السابقة، ويمثلها: علوم الكلام والمنطق والفلسفة والموسيقى والطب. والموضوعات الرئيسية التي تناولتها هذه المدرسة هي ذاتها الموضوعات التي يدرسها علم الأصوات المعاصر في فصوله ومباحثه، من كيفية حدوث الصوت وإدراكه، وشدته ودرجته، وغيرها. وهذه الدراسة تتناول مفهوم الحدة والثقل في الأصوات عند شخصية عظيمة موسوعية، لُقّب بالمعلم الثاني وأكبر فلاسفة المسلمين، وهو العالم الفيلسوف أبو نصر الفارابي (339هـ-950م)، مما يشكّل حافزاً للاطلاع على جزء ضئيل من معارف هذه المدرسة العقلية التي لم تُعط حقّها في عصرنا الحديث.

الكلمات الدالة: الحدة، الثقل، الأصوات، الفارابي.

المقدمة

المعارف الصوتية عند المسلمين تقوم على مدرستين عظيمتين: المدرسة الأولى هي المدرسة النقلية، وهي التي نشأت حول القرآن وعلومه، ويمثلها علوم المعاجم والنحو والصرف والبلاغة والتجويد والقراءات. وأما المدرسة الثانية فهي المدرسة العقلية، وهي المعتمدة على معارف الأمم السابقة، ويمثلها: علوم المنطق والفلسفة والكلام والطب والموسيقى. وأشهر علمائها الصوتيين: الكندي، والفارابي، وابن سينا، وابن رُشد. وهذا البحث يرجع إلى هذه المدرسة العقلية التي كوّنَت الركن الثاني من أركان المعارف الصوتية الإسلامية، ويتناول فيه مفهوم الحدة والثقل في الأصوات عند شخصية عظيمة موسوعية، لُقّب بالمعلم الثاني وأكبر فلاسفة المسلمين، وهو أبو نصر الفارابي (260-339هـ)، محمد بن محمد بن طرخان بن أوزلغ، ويُعرف بالمعلم الثاني لِشَرَحِه مؤلفات أرسطو (الملقّب بالمعلم الأول). وكان يُحسِن اليونانية وأكثر اللغات الشرقية المعروفة في عصره، ويقال إنَّ آلة القانون الموسيقية هي من اختراعه. وهو أول من ألف دائرة معارف. بالمعنى العلمي للكلمة تمثلت في كتابه: إحصاء العلوم. ومن أهم كتبه: الموسيقى الكبير، وإحصاء العلوم، والحروف. (انظر ترجمته:

ابن العبري، 1992م والحموي، والذهبي، 1993م والياضي، 1997م، وابن كثير، 1988م، وابن العماد الحنبلي، 1986م، والقفطي، 2005م، وابن أبي أصيبعة، وابن خلكان، 1994م، وابن أبيك الصفي، 2000م).

مشكلة البحث

- هل الموضوعات الرئيسية التي تناولها أصحاب المدرسة العقلية هي بعينها الموضوعات التي يدرسها علم الأصوات المعاصر في مباحثه؛ من كيفية حدوث الصوت وإدراكه، وشدته ودرجته، وما يتعلّق منها بالنواحي الطبيعية الفيزيائية؟

- ما مفهوم "الحدة والثقل" عند الفارابي بمفهومه المعاصر؟

- هل يمكن تقريب لغة الفارابي ودلالاته ومصطلحاته الصوتية إلى لغتنا الصوتية المعاصرة؟

سبب اختيار موضوع البحث:

الكشف عن جزء ضئيل من معارف المدرسة العقلية في جانبها الصوتي وأبرز علمائها، هذه المدرسة يرى الباحث أنها لم تُعط حقّها في معظم الدراسات الصوتية المعاصرة إلا لماماً أو استحياءً.

حدود البحث:

هي الفترة الزمنية التي أمضاها أبو نصر الفارابي مدة حياته، والواقعة بين (260-339هـ الموافق 874-950م)، وهو

* قسم القراءات والدراسات القرآنية، كلية الدعوة وأصول الدين، جامعة العلوم الإسلامية العالمية. تاريخ استلام البحث 2015/11/30، وتاريخ قبوله 2016/03/04.

العصر الذي ازدهرت فيه العلوم الإسلامية، وآتت أكلها، وأبنت ثمارها.

أهداف البحث

- التعرف على جانب مضيء من المعارف الصوتية عند علمائنا الأوائل.
- تقريب اللغة الصوتية التي يكتب بها الأوائل إلى لغتنا المعاصرة.
- عقد مقارنة طبيعية بين المعارف الصوتية للأوائل ومعارفنا الصوتية المعاصرة.
- الدراسات السابقة:

هذا البحث حاول أن يجد أماً له بنفس عنوانه، أو صديقاً يرفده، أو مُمدداً يعينه من دراسات سابقة، أعني دراسة مباشرة في ما يخص الحدة والنقل عند الفارابي، أن الطلب أعياء؛ إذ أكثر ما وجده هو المعلومات الفيزيائية الصوتية التي تترخ بها الكتب الصوتية المعاصرة، والتي استفاد منها - لا شك - في أجزاء هذا البحث، وبالله التوفيق.

منهجية البحث وخطته:

اتبع الباحث في هذا البحث المختصر المنهج الوصفي المقارن متبعاً في تقسيماته المقدمات الفيزيائية التي أوردتها الكتب الصوتية المعاصرة في أوائل مباحثها، فانتظم عقد هذا البحث في مبحثين تحتها مطالب عدة، وتتلوها توصيات وخاتمة كالاتي:

المبحث الأول: مقدمات أساسية في الجانب الصوتي الفيزيائي، وتحتة مطلبان:

المطلب الأول: التعريف الفيزيائي للصوت.

المطلب الثاني: كيفية حدوث الصوت والإدراك السمعي له.

المبحث الثاني: الحدة والنقل في الأصوات، وتحتة سبعة مطالب:

المطلب الأول: مفهوم الحدة والنقل وأسبابهما.

المطلب الثاني: درجة الصوت (PICH) وأثرها في الحدة والنقل.

المطلب الثالث: شدة الصوت (INTENSITY) وأثرها في الحدة والنقل.

المطلب الرابع: المدى الطبيعي الذي تسمعه الأذن وعتبتنا السمع والألم (Threshold of pain)

المطلب الخامس: الوسط الناقل للصوت وأثره في الحدة والنقل.

المطلب السادس: انعكاس الصوت وأثره في الحدة والنقل

(Sound reflection)

المطلب السابع: ظاهرة الرنين وأثرها في الحدة والنقل

(Resonance)

أسأل الله - عز وجل - أن يكون هذا البحث المتواضع قد أسهم في وضع لبنة تكشف عن شيء من صرح المعارف الصوتية عند علمائنا المتقدمين. وبالله التوفيق.

المبحث الأول: مقدمات أساسية في الجانب الصوتي الفيزيائي

المطلب الأول: التعريف الفيزيائي للصوت:

الصوت بمعناه الفيزيائي العام يشمل "الأصوات اللغوية، وغير اللغوية"، فهو الأثر السمعي الذي به ذبذبة مستمرة مطردة، حتى ولو لم يكن مصدره جهازاً صوتياً حياً. فما نسمعه من الآلات الموسيقية النفخية، أو الوترية أصوات، وكذلك الحس الإنساني صوت" (حسان، 1979).

أشار الفارابي ببلاغة إلى هذه المصادر الصوتية الإنسانية والصناعية، فقال: "والعضو القارح، إما يد الإنسان، وإما العضو الذي يدفع هواء التنفس من داخل الصدر إلى خارج الفم، واليد إما أن تقرع بنفسها أو بجسم آخر، وأما الذي يدفع هواء التنفس فهو إما يقرع بالهواء الذي يدفعه.

والجسم المقروع باليد هو ما جانس العيدان والمعازف، وأما الذي يقرعه العضو الدافع لهواء التنفس فهو إما المزامير وإما تجويفات الحلق وآلات التصويت الإنساني" (الفارابي، 2009م).

وذكر علماء الفيزياء أنه يلزم لحدوث الأصوات أو الموجات الصوتية: السرعة (*) في الجسم الصائم، والمقاومة في الجسم المصدوم، وانضغاط الوسط بينهما.

والمح الفارابي إلى هذه الشروط بقوله: "والقرع هو مماسه الجسم الصلب جسماً آخر صلباً مزاجاً له عن حركة" (الفارابي، 2009م).

وذكر علماء الفيزياء أيضاً أن الصوت يحدث نتيجة اهتزاز مسموع من جسم من الأجسام على نحو يؤثر على العلاقات بين جزيئات الهواء المحيطة بهذا الجسم، وهذه الجزيئات تحيط

(*) السرعة لها علاقة بالقوة، ويمثل هذه العلاقة قانون نيوتن الثاني للحركة، ونصه: "إذا أثرت قوة على جسم ما فإلها سبب تسارع الجسم في اتجاه القوة المؤثرة، ويتناسب مقدار التسارع تناسباً طردياً مع مقدار القوة وتناسباً عكسياً مع كتلة الجسم" اهـ. فالقوة . وفقاً لهذا القانون . تحدث تسارعاً أقل في الجسم الأكبر كتلة، وبالتالي تكون مقاومته أكبر لأي تغير في حركته. والكتلة هي كمية المادة الموجودة في الجسم . (الشيباني، الفيزياء للأدباء ط1، ص 81).

وهذه التَمَوُّجاتُ أو الاهتزازات تُؤلِّدُ تَغْيِرَاتٍ فِي الضَّعْطِ (تترواحُ بين القُوَّةِ والضَّعْفِ) تَنْتَشِرُ انطِلاقاً مِنْ مِصْدَرِهَا وتَتَلَاشى شيئاً فشيئاً كَلِّمًا ابتعدتُ عنه، كالحَجَرِ الَّذِي يُقَى فِي المَاءِ الرَّاكِدِ، وتَتَوَلَّدُ عنه دَوَائِرُ وَتَمَوُّجاتٌ تَنْطَلِقُ مِنْ مَوْعِ الحَجَرِ لِتَنْسَعِ بعيداً عنه فِي الضَّفَافِ "بركة، ؟".

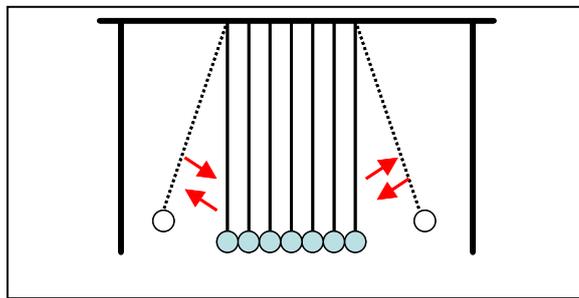
وهذا الكلام السابقُ أشار إلىه الأوائلُ، قال إخوان الصِّفاءِ فِي شرحهم لحدوثِ الصَّوتِ، "وذلك أنَّ الهَوَاءَ لشدَّةِ لُطَافَتِهِ، وِصفاءِ جَوهرِهِ وسرعةِ حركَةِ أجزائه، يتخلَّلُ الأَجسامَ كُلِّها، وَيَسْرِي فِيها، ويصلُّ إليها، ويحركُ بعضها إلى بعضٍ.

فإذا صَدَمَ جِسْمٌ جِسْمًا، انسلَّ ذلكُ الهَوَاءُ مِنْ بَيْنِهما، وتَدَافَعِ وَتَمَوَّجَ إلى جميعِ الجهاتِ، وحدَثَ مِنْ حركَتِهِ شَكْلٌ كَرَوِيٌّ يَنْسَعُ كما تَنْسَعُ القارورةُ مِنْ نَفْخِ الرُّجَاجِ. وكَلِّمًا اتَّسَعَّ ذلكُ الشَّكْلُ ضَعْفَتُ قُوَّةُ ذلكُ الصَّوتِ إلى أن يَسْكُنَ.

ومثال ذلك: إذا رَمَيْتَ فِي المَاءِ الهادئِ . الواقِفِ فِي مكانٍ واسعٍ . حجراً، فيحدُثُ فِي ذلكِ المَاءِ دائِرةٌ مِنْ مَوْضِعِ وَقَعِ الحَجَرِ، فلا تَزَالُ تَنْسَعُ فوقَ سطحِ المَاءِ وتَمَوَّجُ إلى سائرِ الجهاتِ. وكَلِّمًا اتَّسَعَتْ ضَعْفَتُ حركَتُها حتى تَتَلَاشى وتَدَهَّبُ "إخوان الصِّفاءِ، ؟".

ويُعرَفُ علماءُ الفيزياءِ المعاصرونَ المَوْجَةَ بأنَّها عبارةٌ عن انتقالِ الطاقةِ بين نُقْطَتَيْنِ دونَ أن يواكِبَها انتقالُ المادَّةِ.

ويُمَثِّلُ ذلكُ اللَّعبةَ الفيزيائيةَ المشهورةَ، وهي عبارةٌ عن عددٍ مِنَ الكُرَاتِ المعدنيةِّ المتلاصِقةِ مدلاةٍ بحبالٍ مِنْ حَامِلٍ، فإذا قمنا بِرَفْعِ أَحَدِ كُرَةٍ على يَمِينِ الحَامِلِ وترَكناها تُضْرِبُ الكُرَةَ التي تُجاوِزُها سيظهرُ أنَّ أَحَدَ كُرَةٍ على اليسارِ هي التي تتحركُ فقط إلى الأعلى، ثُمَّ تَرَجِعُ لِتَضْرِبَ الكُرَةَ التي تحاذيها لِتُعاوِدَ الكُرَةَ نَفْسَها بحركاتٍ دَوْرِيَّةٍ مُنْتَظِمَةٍ. انظر الشَّكْلَ رقم (1):



الشَّكْلَ رقم (1)
لِعبةِ الكُرَاتِ الصُّلْبَةِ

بِكُلِّ الأشياءِ، وتَتخلَّلُ كُلَّ الفراغاتِ على سَطْحِ هذه البسيطةِ، والخاصيَّةِ الأساسِيَّةِ لها هي قابليَّتُها لِاقْتِرابِ بعضها مِنْ بعضٍ فيما يُعرَفُ بِ: التضاغطِ، ولتباعِدِ بعضها عن بعضٍ فيما يُعرَفُ بِ: التخلُّلِ (مصلوح، 1980م)، ولكي يحدُثَ هذا الاهتزازُ المسموعُ بفعلِ التضاغطِ والتخلُّلِ لا بدَّ مِنْ وجودِ جِسْمٍ ضاغِطٍ (صادم)، ومضغوطٍ (مصدوم مقاوم)، ووسطٍ بينهما؛ فالصادمُ بضغطه، والمصدومُ بمقاومته، والوسطُ بينهما هو الَّذي تتحرَّكُ فِيهِ الجزيئاتُ.

شرح الفارابيُّ هذه العملية التي تحدثُ بينَ الجسْمينِ فِي ضغطِ أحدهما ومقاومةِ الآخرِ له، وقابليتهِ لذلكِ مستعملاً لفظِ: (الرَّحِم) ومشتقاته فِي التعبيرِ عن نوعيَّةِ الجسْمينِ اللَّذينِ يصدُمُ أحدهما الآخرَ، ومشترطاً لحدوثِ الصَّوتِ فِيهما صلابَةُ الجِسْمِ المقاومِ، وأنَّ الجِسْمَ المرنَ الَّذي عِدَمَ المقاومةَ لا يحدثُ فِيهِ صوتٌ كالإسْفنجِ عندَ الضَّغْطِ عليه بِراحةِ اليدِ، قال: "إنَّ مِنْ الأَجسامِ ما إذا رَحَمَهُ جِسْمٌ أَحَرَ لم يَقاومِ الرَّاحِمَ وانقادَ لَهُ، إمَّا أن يَنْدَفِعَ إلى عُمقِ نَفْسِهِ مِثْلَ الأَجسامِ الجامِدةِ اللَّيِّنَةِ، أو أن يَنْحَرِقَ لِلرَّاحِمِ مِثْلَ الأَجسامِ الرُّطْبَةِ [اللَّيِّنَةِ]، أو أن يَنْتَحيَ إلى الجِهَةِ التي إليها كانتِ حركَةُ الرَّاحِمِ مِنْ غيرِ مُقاومةٍ أصلاً، فمتى كانَ كذلكِ لم يُوجدَ فِي الجِسْمِ الَّذي رُجِمَ صوتٌ أصلاً.

ومنها ما إذا رُجِمَ بِجِسْمٍ أَحَرَ قاومِ الرَّاحِمِ، فلم يَنْحَرِقْ لَهُ، ولم يَنْدَفِعْ لا إلى عُمقِ نَفْسِهِ ولا إلى الجِهَةِ التي إليها حركَةُ الرَّاحِمِ، وذلكِ مِثْلَ جميعِ الأَجسامِ الصُّلْبَةِ، متى كانتِ قُوَّةُ الرَّاحِمِ دونَ قُوَّةِ الَّذي رُجِمَ، وحينئذٍ يُمكنُ متى فُرِعَ أن يُوجدَ لَهُ صوتٌ" (الفارابي، 2009م).

المطلب الثاني: كِيفِيَّةُ حدوثِ الصَّوتِ والإدراكِ السَّمعيِّ له: ذَكَرَ علماءُ الفيزياءِ المعاصرونَ "أنَّ أَيَّ صوتٍ (لُغويٍّ) كانَ أمَ غيرَ لُغويٍّ) يَنْتُجُ عن تَمَوُّجاتٍ تحدُثُ فِي الهَوَاءِ المحيطِ.

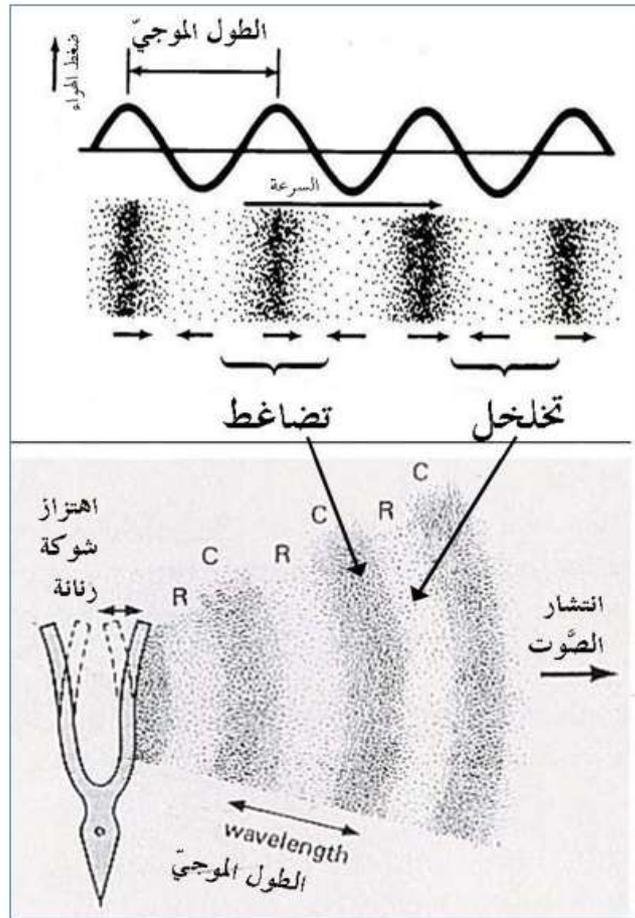
المعارف الفيزيائية الصوتية التي كانت سائدة في تلك العصور، على الرغم من عدم توفر أجهزة قياسية دقيقة، قال عن الصوت: "وأما كيف يتأدى إلى السمع، فإن الهواء الذي ينبو [ينبذ] بسرعة وحركة من المقروع هو الذي يحمل الصوت، فيحرك بمثل حركته الجزء الذي يليه، فيقبل الصوت الذي كان قبله الأول، ويحرك الثاني ثالثاً يليه فيقبل ما قبله الثاني، والثالث رابعاً يليه، فلا يزال هذا التداول من واحد إلى واحد حتى يكون آخر ما يتأدى إليه هو الهواء الموجود في الصماخين. وهواء الصماخ ملاقٍ للعضو الذي فيه القوة التي بها يسمع، فيتأدى ذلك إلى القوة فيسمع الإنسان" (الفارابي، 2009م).

وبيّن **Error! Reference source not found.** بين جزئيات الهواء وانتقال الموجة الصوتية عند قرع شوكة رنانة واهتزاز طرفيها (الشكل الأسفل)، والشكل الأعلى يمثل المنحنى الجيبي للموجة الصوتية.

معنى ذلك أنّ الطاقة التي نفذت فيها انتقلت عبر الكرات المعدنية المتلاصقة دون أن تنتقل الكرات معها، وهو ما يحدث تماماً في الموجة الصوتية من انتقال الصوت عبر جزيئات المادة.

"فعندما يتحدث أحدنا يهتز الوتران الصوتيان مما يؤثر على جزيئات الهواء المحيطة بهما، فتتحرك هذه الجزيئات، وتقوم بدورها بتحريك الجزيئات المجاورة لها؛ فتنشر الموجة الصوتية عبر تضاعفات وتخلخلات الهواء المتعاقبة حتى تصل إلى أذني المستمع. ويقوم الجزء الخارجي للأذن بتجميع هذه الدبذبات وتوجيهها إلى داخل الأذن حيث تصطبم ببطلة الأذن التي تهتز بدورها ناقلة هذه النبضات إلى الأذن الداخلية، ومن ثم إلى العصب السمعي، ثم إلى الدماغ حيث يتم تفسيرها" (الشيباني، 1996م).

والغريب أن الفارابي تحدث عن كيفية انتقال الموجة الصوتية عبر الهواء حتى تصل إلى الأذن بمثل هذا الذي نقلته من عبارة العلماء المعاصرين، حتى إن المرء ليسأل عن طبيعة



الشكل رقم (2)

كيفية حدوث الصوت بالتضاغط والتخلخل

المبحث الثاني: الحدة والثقل في الأصوات

استعمل العلماء للتعبير عن العوامل المؤثرة في الموجة الصوتية مصطلحين كبيرين هما: الحدة والنقل، وسأتناولهما فيما يأتي في مطالب عدة.

المطلب الأول: الحدة والنقل وأسبابهما:

أ - المفهوم اللغوي:

الحدة من أصلها اللغوي أن تدل على طرف الشيء، فمنه حد السيف، وهو حزفه، وحد الشراب صلابته، وحد الرجل بأسه، وهو تشبيه (ابن فارس، 1991م). والنقل يدل أصله اللغوي على ضد الخفة (ابن فارس، 1991م).

ب - المفهوم العلمي:

مفهوم مصطلحي الحدة والنقل عند العلماء المعاصرين يختلف عنه عند الأوائل، فالمعاصرون يعنون بهما التغير في درجة الصوت (PICH)، والتي تعتمد بشكل أساسي على التغير في تردد الصوت (Frequency)، أما رؤية الأوائل للحدة والنقل في الأصوات فهي رؤية شاملة موسعة تتناول كل ما يحدث تأثيراً في الموجة الصوتية، تحدث الفارابي عن ذلك السبب الكلي بمفهومه العام، فقال: "وأما حدة الصوت وثقله، فإنما يكون بالجملة متى كان الهواء النابي شديد الاجتماع، أو كان في الحال الدون [الأقل] من الاجتماع. فإنه إن كان شديد الاجتماع كان الصوت أهدأ، ومتى كان أقل اجتماعاً وتراصاً كان الصوت أثقل، وجميع ما يفعل الاجتماع الأشد في الهواء هو السبب في أن يفعل الصوت الأهدأ، وما يفعل الاجتماع الدون فهو السبب في أن يفعل الصوت الأثقل" (الفارابي، 2009م).

ونظير ذلك ما ذكره ابن سينا في حديثه عن معنى: (الحدة والنقل في الصوت)، قال: "وأما حال النموذج في نفسه من اتصال أجزائه وتماسكها، أو تشطبيها وتشدبها فيفعل الحدة والنقل؛ أما الحدة فيفعلها الأولان، وأما النقل فيفعله الثانيان" (ابن سينا، 1983م).

ج - أسباب الحدة والثقل:

هذه الرؤية الشاملة الموسعة التي ذكرتها في المفهوم العلمي عند الأوائل تهدف إلى البحث عن الأسباب التي تجعل الموجات الصوتية ذات ترددات عالية أو منخفضة، والخاصة بدرجات الصوت، وذات سعة اهتزازية أكبر أو أقل الخاصة بشدة الصوت، ومما يدخل فيها أيضاً قوة الصدم، ونوعية الجسم المصدوم، وقابليته لنقل الموجات الصوتية، والمقاومة التي تحدث بين الجسمين المتقاومين، وسرعة انتقال الموجة الصوتية في الوسط الناقل للصوت، وانعكاس الموجات الصوتية أو امتصاصها مما يعتمد على نوعية السطوح في الأجسام، وتجاوب الأجسام بالاهتزاز مع أجسام أخرى مهتزة،

مما يعرف بظاهرة الرنين، وقد لخص ابن سينا جميع هذه الأسباب بقوله: "وقد علمت أن الحدة سببها القريب: تلزز، وقوة، وملاسه سطح، وتراص أجزاء من موج الهواء الناقل للصوت، وأن النقل سببه أصداد ذلك. وأن أسباب سبب الحدة: صلابته المقاوم المفروق، أو ملاسته، أو قصره، أو انحرافه، أو ضيقه إن كان مخلص هواء، أو قرينه من المنفخ إن كان أيضاً مخلص هواء. وأن أسباب سبب النقل أصداد ذلك: من اللين، والخشونة، والطول، والرخاوة، والسعة، والبعد. وأن كل واحد من هذه الأسباب يعرض له الزيادة والنقصان. وأن زيادتها تقتضي زيادة السبب لها، ونقصانها يقتضي نقصان السبب لها على مناسبة متشاكلة" (ابن سينا، 1966م).

ويعد الفارابي رائد نظرية الحدة والنقل في الأصوات، وما يتعلق فيها من درجة الصوت وشده، والذي يعيننا فيها أمور عدة عني بها الفارابي، وهي: درجة الصوت، وشده، والمدى الطبيعي الذي تسمعه الأذن وعتبتنا السمع والألم، والوسط الناقل للصوت، وانعكاس الصوت وتضاعفه، وسأتناولها فيما يأتي.

المطلب الثاني: درجة الصوت (PICH) وأثرها في الحدة

والنقل:

درجة الصوت في علم الأصوات المعاصر تعتمد على التغير في الذبذبات الصوتية، ويحكمها علاقة تغير الذبذبة مع طول الوتر وقوة شدة وكتلته، والعلاقة الرياضية التي تحكم ذلك في الآلات الوترية أن الذبذبة تتناسب طردياً مع قوة الشد، وعكسياً مع طول الوتر وكتلته. ولا بد من شرح ذلك ومقارنة تأثير هذه الثلاثة على مقدار الذبذبة لو بنبنا قيمة اثنين وغيرنا واحداً:

1. أثر التغير على الصوت في قوة الشد في وترين طولهما

واحد وكتلتهما ثابتة:

قوة شد الوتر يولد تردداً أكبر في مقدار الذبذبة، يعني: كلما زادت قوة شد الأوتار زادت الذبذبة وبالتالي زادت حدة الصوت، والعكس بالعكس، قال الفارابي: "وكذلك متى كانا متساويين في الغلط [الكتلة] والطول، فإن أرحاهما أثقلهما صوتاً، وأشداهما توتراً وامتداداً هو أهدأ، من قبل أن حرقه [قوة شدة] وشدة مدّه يجعل سطحه أشد ملامسة، فينبو عنه الهواء وهو أشد اجتماعاً، وأيضاً يكسبه ذلك سرعة حركة" (الفارابي، 2009م). فزيادة الذبذبة تتناسب طردياً مع قوة الشد.

2. أثر التغير على الصوت في الطول في وترين قوة

شدهما ثابتة وكتلتهما ثابتة:

قصر الوتر يولد تردداً أكبر في مقدار الذبذبة يعني كلما قصرت الأوتار زادت الذبذبة، وبالتالي زادت حدة الصوت،

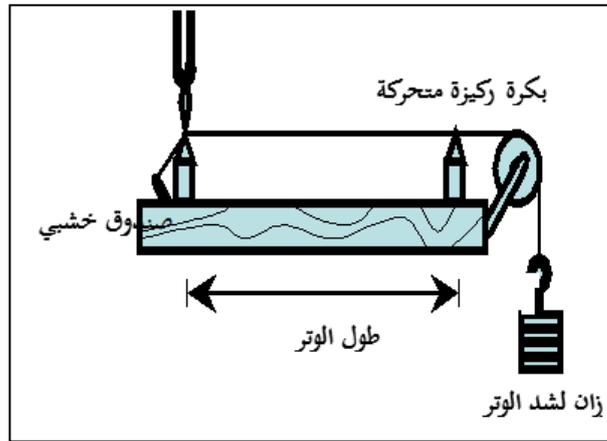
(الفارابي، 2009م)، فزيادة الذبذبة تتناسب عكساً مع كتلة الوتر.

ويمثل (Sonometer) Error! Reference source not found. الذي يتم فيه قياس هذه المتغيرات الثلاث، ويتألف من وتر واحد يتم فيه قياسها، وأظن أن السابقين كانوا يعلمون النسب بين الترددات المختلفة في الأوتار، بل كانوا يدركون القانون الصوتي الذي يقوم عليه جهاز المصنوت؛ لقول الفارابي عن حساب المتغيرات الثلاث التي ماضت: "ونحن متى أردنا ذلك، فينبغي أن نقرض وترين متساويين في العلط [الكتلة] والحزق [قوة الشد]، أو نكتفي في ذلك بوتر واحد فقط حتى تكون المناسبات فيه أظهر" (الفارابي، 2009م).

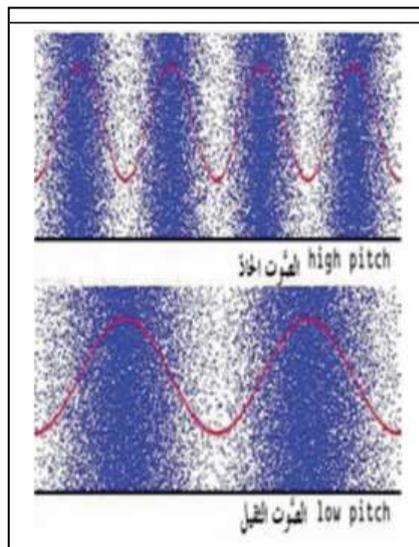
والعكس بالعكس، قال الفارابي: "وأنها إذا كانت على غلط واحد وتفاوتت في الطول، فإن أطولها وأقصرها متى قرعا قرعاً بقوة واحدة، كان صوت الأطول أثقل بسبب إبطاء حركته، وصوت الأقصر أحد بسبب سرعة حركته" (الفارابي، 2009م)، فزيادة الذبذبة تتناسب عكساً مع طول الوتر.

3. أثر التغير على الصوت في الكتلة في وترين قوة شدّهما ثابتة وطولهما واحد:

كتلة الوتر الأقل كثافة يولد تردداً أكبر في مقدار الذبذبة يعني كلما قلت كتلة الأوتار زادت الذبذبة، وبالتالي زادت حدة الصوت، والعكس بالعكس، قال الفارابي قياساً على ما مضى: "وكذلك متى كانا على طول واحد وتفاوتا في العلط"

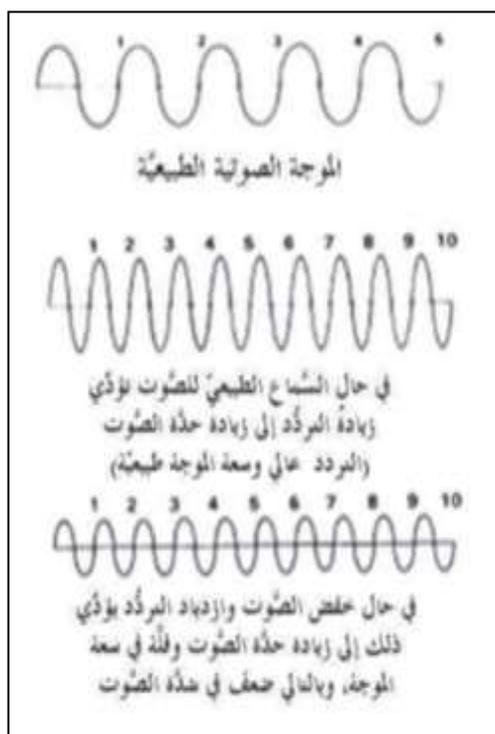


الشكل رقم (2)
جهاز المصنوت



الشكل رقم (3)

أثر التغير في الذبذبة على شكل الموجة الصوتية



الشكل رقم (4)

العلاقة بين شدة الصوت وزيادة التردد

وبالعكس". ويوضّح **Error! Reference source not found.**

حتى لا يُخلط بين الاثنين. وهناك علاقتان رياضيتان تتحكمان في شدة الصوت، ذكرهما أبو نصر الفارابي:

1. العلاقة الرياضية الأولى التي تتحكّم في شدة الصوت:

شدة الصوت تتناسب طردياً مع الطاقة، وعكسياً مع المساحة، يعني كلما زادت الطاقة المبدولة زادت شدة الصوت، وبالتالي زادت حدة الصوت. وكلما زادت المساحة قلت شدة الصوت، فأصبح الصوت أثقل.

بحث الفارابي هذه العلاقة تحت عنوان سماء: (أسباب الحدة والنقل في الأصوات)، تناول فيه الجزء الخاص بشدة الصوت، في الآلات النفخية كالمزمار، وذكر أنه كلما كانت قوة النفخ من الزامر أكبر كان الصوت أهدأ، وبالعكس، قال: فإن ضعف القوة يصير سبباً لإبطاء حركة الهواء، وزيادتها هو سبب لسرعة حركة الهواء، ومتى كانت حركة الهواء أسرع كانت أجزاءه أشدّ اجتماعاً فيصير الصوت أهدأ، ومتى كانت حركته أبطأ كانت أجزاءه أقلّ اجتماعاً فيصير الصوت أثقل (الفارابي، 2009م).

وقال في موضع آخر: "وكذلك متى كان رَحْمُ [صَدْمُ] الفارع أشدّ كان الصوت أهدأ، من قبل أنه يفعل في الهواء النَّابي

ويمثّل **Error! Reference source not found.**، وبه نعلم

أثر هذه المتغيرات الثلاثة على الصوت الناتج، وتمثّل الصورة العلوية أثر زيادة التردد (عدد الذبذبات في الثانية) التي تجعل الصوت حاداً والعكس بالعكس في الصوت الثقيل الذي يمثله الصورة السفلى.

المطلب الثالث: شدة الصوت (INTENSITY) وأثرها في

الحدة والنقل:

شدة الصوت متعلّقة برفع الصوت وخفضه، وهي التي تُعطي الصوت عند إدراكه صفة الضعف أو القوة، وهي مقياس الطاقة التي تنتجها حركة اهتزازية في وحدة زمنية ووحدة مساحية محدّدتين، فإذا قرعنا شوكتين رنانتين متماثلتين في التردد (200 ذ/ث)، واحدة برفق والأخرى بقوة، فإن الفرق بين الصوتين الناتجين سيكون أن أحدهما خفيض ومجرد مسموع، أمّا الآخر فقوي، ويمكن سماعه من بعد مسافة، ذلك لأن الحركة القوية تؤدي إلى اضطراب أكبر في ضغط الهواء، وبالعكس.

وبالنسبة للسامع يُسبب اضطراب الهواء القوي حركة أكبر في طبلة الأذن الداخلية، ويفسر ذلك بشدة الصوت. فكلما كانت سعة الحركة الاهتزازية كبيرة. والتي تعتمد على فرق الضغط الذي يحدثه الصوت في الهواء. كان الصوت قوياً

2. العلاقة الرياضيّة الثنائية التي تتحكّم في شدّة الصّوت: أنّ شدّة الصّوت تَضَعْفُ كلّما ابتعدنا عن مصدر الصوت، والعكس بالعكس؛ لأنّ المساحة التي يتوزّع عليها الصّوت تزداد، فصار الصّوت أثقل. أي أنّ المسافة تتحكّم في الشدّة، وفي ذلك يقول الفارابي: "وقد يتفق في بعضها أن تكون النّقب الكبار التي تقرب من فم الزّامر يخرج الصّوت منها أحد ممّا يخرج من النّقب الصّغار التي تبعد من فمها، والسبب في ذلك أنّ الهواء الخارج من النّقب الكبار التي تقرب من فمها، إنّما يخرج من قوّة نفخه ولما تكلّ القوّة بعد، والخارج عمّا بعد من النّقب فإنّ القوّة تضعف عنه فيكون أبطأ حركة" (الفارابي، 2009م).

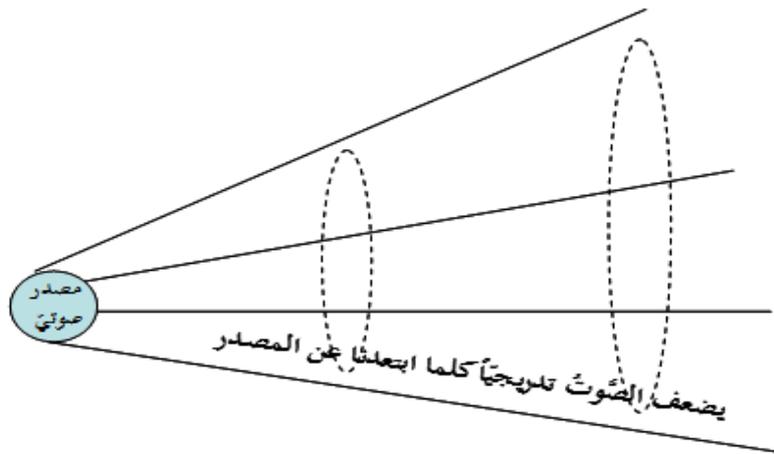
وقال: "فإنّ مسافة الهواء إذا طالت طولاً تحورّ القوّة الدافعة له عن أن تتقدّ إليه هواءً مصاعاً لم يحدث في أواخر أجزاء الطول صوتاً أصلاً" (الفارابي، 2009م). ويُقدّم الـ وكان الفارابي يعلم مقدار الحدة والثقل (اختلاف النغم المسموعة) في الآلات النفخية كالمزامير، والآلات الوترية كآلة العود في قياس سعة النّقب وضيقها في المزامير، وطول الأوتار وقصرها في الوترية، قال: "وهذان هما أبين ما يمكن أن يوقف به على مقادير النغم بعضها من بعض، أعني: الطول والقصر، وسعة النّقب وضيقه، ولذلك يجب أن يكون تعرفنا مقادير النغم من مقادير الأطول والأقصر في الأوتار، والأوسع والأضيق في المزامير" (الفارابي، 2009م).

[الموجة الصوتية الناتجة] اجتماعاً أشدّ، ومتى كان زخمه أقلّ كان الصّوت أثقل" (الفارابي، 2009م). وهذا كالمثال الذي قدّمته عن الشوكة الرنانة. فزيادة الطاقة المبذولة زادت من شدّة الصّوت وبالعكس.

وبالنسبة للمساحة فإنّ تجويف المزامير أو ثقبه التي يخرج منها الهواء متى كانا أكبر خرج الصوت ضعيفاً في السمع (تقريباً)، وإذا صغر تجويف المزامير أو ثقبه كان الصّوت مرتفعاً (حاداً)، قال: "ولمّا لضيق التجويف الذي هو مجاز الهواء، ولسعته، من قبل أنّ التجويف متى كان أضيق كان ازدحام الهواء فيه ومساكنه واجتماع أجزائه أشدّ، فتصير النّغمة الكائنة منه أحد، ومتى كان أوسع كان أحرى أن يكون ازدحامه أضعف وأن يكون في أجزائه تشتت وافتراق أكثر فتكون النّغمة الكائنة عنه أثقل.

وإنّما لضيق متخلّصات الهواء من تجويفات هذه الآلات إلى خارج، ولسعتها، وذلك للسبب الذي قيل في ضيق التجويف وسعته" (الفارابي، 2009م).

ومن هذه العلاقة في تغيير الصّوت بين سعة التجويف وضيقه أرجع بعض الأطباء الصّوت العظيم والصغير الذي يُسمع من بعض الناس إلى حجم تجويف القصبة الهوائية، قال المجوسي: "وينبغي أن تعلم أنّ عظم الصّوت وصغره ليس يكون من قبل الحرارة والبرودة فقط، لكن عظم الصّوت يتبع عظم قصبة الرئة وسعتها، وذلك أنّ الهواء يخرج من القصبة الواسعة كثيراً، وصغر الصّوت تابع لضيقها، وذلك أنّ الهواء يخرج من القصبة الضيقة قليلاً" (سزكين، ؟).



الشكل رقم (6)

مثال الابتعاد عن المصدر الذي يؤثر في شدّة المصوات

يدركها الإنسان، والأصوات التي هي في الحدود العليا في الشدة القريبة من 20000 هرتز تتحملها الأذن بعناء كبير (كصوت الطائرة النفاثة عند الإقلاع)، وقد تصل إلى درجة تُؤذي معها الأذن، (كسماع صوت صاروخ الفضاء عند الإقلاع)، وتصل إلى حال السمع المؤلم الذي يُفضي إلى تدمير الأذن الداخلية ونشويها" (بركة، ٢٠٠٩). ويمثل الشكل رقم (6) ظاهرة انعكاس صوت دقات الساعة على سطح أملس، ومن ثم سماعها.

المطلب الخامس: الوسط الناقل للصوت وأثره في الحدة والنقل

ذكر علماء الفيزياء "أن الهواء ليس الوسط المادي الوحيد المؤهل لنقل الصوت، وإن كان أكثر الأوساط الناقلة شيوعاً في حياتنا اليومية، فالصوت يمكنه أن ينتقل في أي وسط مادي تتمتع جزيئاته بخاصية المرونة، وبسبب حتمية القصور الذاتي للأجسام، وميلها إلى استعادة وضعها الأصلي عند التأثير عليها بقوة خارجية، فإن جميع الأوساط المادية الصلبة والسائلة والغازية مؤهلة لنقل الصوت" (مصلوح، 1980م).

وقد ألمح الفارابي إلى شيء من ذلك، فقال: "والأجسام التي لدينا تتحرك إلى جسم آخر في هواء أو في ماء أو فيما جانسهما من الأجسام التي يسهل انخراطها" (الفارابي، 2009م).

وذكر الفارابي الحدة والنقل في الوسط الناقل للصوت كالهواء، يعني كيفية انتقال الموجة الصوتية، قال: "وأحد ما يفعل الاجتماع في الهواء هو سرعة حركته، وسرعة نبوه [تفرقه]، فإنه بسرعة حركته يسابق بشده فيصل إلى السمع مجتمعاً" (الفارابي، 2009م).

المطلب السادس: انعكاس الصوت وتضاعفه وأثره في الحدة والنقل:

كان الفارابي على معرفة تامة بأنواع السطوح وأهميتها في جودة الصوت ورداعته، وحدته وثقله، فإن الأجسام متى كانت صلبة ملساء خرج الصوت حاداً، وبالعكس، قال الفارابي: "وأيضاً فإن الجسم المقروع متى كان أكثر صلادة وملاسة وصلابة كان الصوت أهدأ، من قبل أن الهواء متى نبا عن جسم بهذه الحال كان اجتماعه أشد" (الفارابي، 2009م). وقسم الفارابي الأجسام المؤهلة لنقل الموجة الصوتية إلى خمسة أنواع:

1. أجسام مهتزة، مثل آلة العود، قال: "والمهتزة هي التي متى حركت بقيت فيها الحركة إلى الجوانب [جوانب الجسم المهتز] زماناً، وشاعت في أجزائها شيئاً فشيئاً.. في جزء جزء وإن فارقها المحرك، وذلك مثل الأوتار. وإنما حدثت النعمة فيه

وكان يصعب عليهم في ذلك العصر بشهادته قياس كتل المواد، يعني نسبة كتلة الخشب إلى كتلة الحديد إلى كتلة النحاس، ليختبر قياس سرعة الصوت في هذه المواد، قال: "ومن هذه الأسباب التي عددت، أعني أسباب النقل والحدة ما لا يمكن أن يوقف على مقادير تفاضليهما بشيء مما يوقف به على المقادير، وذلك مثل الملاسة والخسونة، فإنه ليس يمكن أن يُعلم كم مقدار ملاسة النحاس من مقدار ملاسة الخشب؛ فلذلك.. ما كان من هذه لا يوقف على مقادير تفاضليهما لم يوقف به على مقادير الحاد من التقييل كم هو؟" (الفارابي، 2009م)

ويمثل الجدول رقم (1) سرعة الصوت في بعض المواد، ويوضح ما كان متعديراً لقياسه عند الأوائل السابقين.

الجدول (2)

سرعة الصوت في بعض المواد

المادة	سرعة الصوت (م/ث)
الهواء	331,45
الماء	1402
الألمنيوم	5100
النحاس	3560
الحديد	5130

المطلب الرابع: المدى الطبيعي الذي تسمعه الأذن وعتبتا السمع والألم من الأمور المهمة التي ألمح إليها الفارابي والتي تتعلق بشدة الصوت ودرجة الصوت ما يعرف اليوم فيزيائياً ب: (عتبة السمع، وعتبة الألم)، فالأذن البشرية لا تستطيع أن تترك جميع الأصوات الصادرة عن العالم الخارجي، فهي تترك الأصوات التي يقع ترددها بين (20-20000 هرتز) (بركة، ٢٠٠٩).

قال: "ونجد في طبقات الحدة طبقات ليست طبيعية للسمع، وكذلك في النقل وطبقاته، ونجد فيها طبقات طبيعية للحس، فالنعمة التي هي في طبقات من الحدة والنقل طبيعية للإنسان هي بين أول طبقة من الحدة غير طبيعية وبين أول طبقة من النقل غير طبيعية، فإذا هو كذلك، فبين أن النعم المختلفة الطبقات، أما في أنفسها، فإنها يمكن أن تتزيد تزيد بلا نهاية، وأما بحسب قياسها إلى سماع الإنسان فهي متناهية" (الفارابي، 2009م).

"والأصوات التي يبلغ ترددها أقل من (20 هرتز) هي: تحت السمع، ونستطيع إدراكها باللمس، في حين تكون الأصوات التي يتعدى ترددها (20000 هرتز) أصواتاً فوقية لا

على جسمٍ أَمَسٍ إذا فارتقَ الذي عنه نَبَاً يَتَّقُ فيه أن يَصْدِمَ جسماً آخَرَ، فيَنْبُو عنه أيضاً، وَيَنْكَفِي [يَعُودُ رَاجِعاً] فَيَصْدِمُ مِنْ خَلْفِهِ آخَرَ، ثُمَّ يَنْكَفِي أيضاً فَيَصْدِمُ آخَرَ، وَلَا يَزَالُ هَذَا التَّدَاوُلُ حَتَّى تَسْكُنَ حَرَكَتُهُ، فَإِنَّهُ تَحْدُثُ نَغْمَةً (الفارابي، 2009م).

واشترطَ الفارابيُّ "الملاسة" في الأجسامِ العاكِسةِ والرنَّانةِ فيه إدراكَ حَظِيرٍ ودقيقٍ لظاهرَتَي الرِّينِ والصدَى، فمهندسو الصَّوتِ يَعْلَمُونَ جيداً أن "أكثرَ الأسطحِ فعاليةً لعكسِ الصَّوتِ هي الأجسامُ الصُّلْبَةُ الملساءُ ذاتِ الملمَسِ القاسيِّ، مثل الجدرانِ والأسقفِ والأرضياتِ الصُّلْبَةِ. أمَّا الأجسامُ الطريةُ، وتلك التي تكونُ ذاتَ مسامٍ كثيرةٍ مثل السُّجَّادِ والسُّنَّانيرِ وغيرها، فإنَّها تُعْتَبَرُ عاكِساتٍ رديئةً للصَّوتِ، فهي تَمْتَصُّ نسبةً عاليةً من الصَّوتِ عبرَ مسامِها" (الشيباني، 1996م).

ويُمتلُّ **Error! Reference source not found.** والمدى الطبيعيُّ من التردداتِ التي يسمُّعها الإنسانُ، ومقدارِ الشدَّةِ التي تقاسُ بالمقياسِ النسبيِّ: (الديسيبل) نسبةً إلى (الكساندر جراهام بل) مخترعِ الهاتفِ.

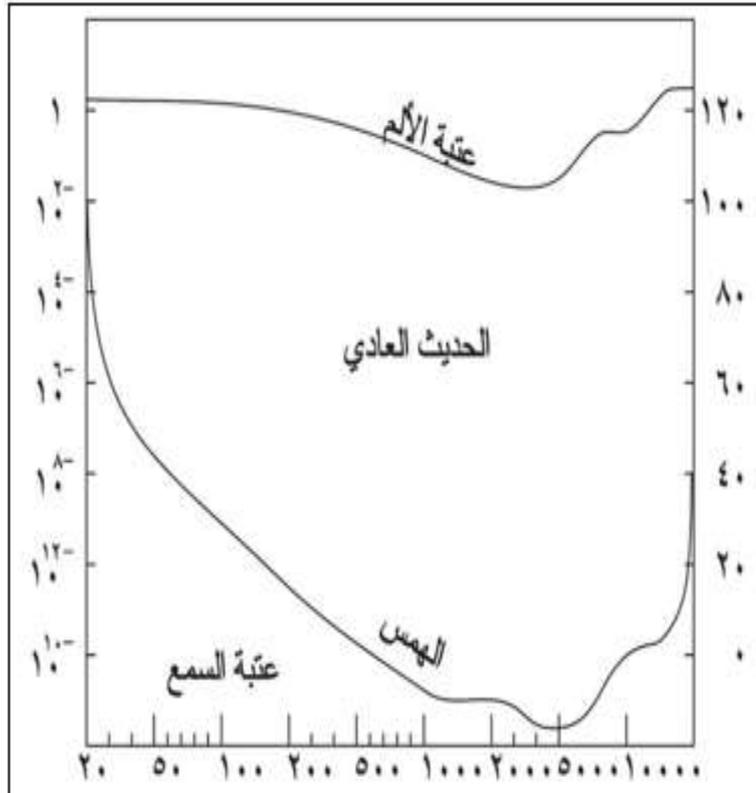
[أي: الوتر] من قِبَلِ أنَّ الحركةَ الباقيةَ [تردُّدُ الوتر] يَنْفُضُ بها الوترُ الهواءَ عن نفسه، فتَحْدُثُ في الهواءِ قَزَعَاتٍ مُتَّصِلَةً، فتَدْوُمُ ما دامت تلكَ الحركةُ فيه باقيةً إلى أن يَسْكُنَ فينْقَطِعُ الصَّوتُ حينئذٍ.

2. أجسامٌ يعزفُ على أوتارها جيئةً وذهاباً مثل التي الرِّيَابَةِ والكمَانِ، قال: وإمَّا في الذي يَرْحَفُ على الجسمِ المَقْرُوعِ بقزعاتٍ مُتَّصِلَةٍ، وذلك مثل: الرِّيَابِ، فيُنْبِي عنه الهواءُ.

3. أجسامٌ مجوّفةٌ نفخيةٌ مثل المزاميرِ، قال: وإمَّا في الهواءِ الذي يُسْرَبُ شيئاً فشيئاً بدفعٍ شديدٍ في جسمٍ مُجَوِّفٍ مقروءٍ، فيَقْرَعُ الهواءُ جوانبَ باطنِ الجسمِ، أو يَفْرَعُ الهواءُ نفسه.. بعضُهُ بعضاً على اتِّصالِ زماناً مآ، فإنَّه تَحْدُثُ نغمةً، وذلك مثلُ ما في المزاميرِ وما أشبهها.

4. أجسامٌ مرنانه، مثل رنينِ المعادنِ والخشبِ، ولا يشترطُ أن تكونَ آلةً موسيقيةً، قال: "أو يكونُ الهواءُ المقروءُ، أو الهواءُ النَّابِي عن المقروءِ يَنْدَحْرُجُ على جسمٍ أَمَسٍ.

5. أجسامٌ عاكِسةٌ للموجاتِ الصَّوتيةِ، ويُمثِّلها ظاهرةُ "الصدَى" المعروفة، قال: أو يكونُ هذا الهواءُ نفسه [المتدحرجِ



الشكل رقم (7)
عتبة السمع والألم

المطلب السابع: ظاهرة الرنين وأثرها في الحدة والنقل:

مِمَّا يُلْحَقُ بِظَاهِرَةِ انْعِكَاسِ الصَّوْتِ ظَاهِرَةُ الرَّنِينِ، وَأَخْتَصَرَهَا فِيمَا يَأْتِي:

كُلُّ مَصَادِرِ الصَّوْتِ أَجْسَامٌ مَتَحَرِّكَةٌ، لَكِنَّ بَعْضَ مَصَادِرِ الصَّوْتِ مِثْلَ الشُّوكَةِ الرَّنَانَةِ وَالْأوتَارِ الْمَشْدُودَةِ لَهَا مِثْلُ طَبِيعِيٍّ إِلَى التَّدْبِذِ وَالْإِهْتِرَازِ، سَمَّى الْفَارَابِيُّ ذَلِكَ الْمِثْلَ الطَّبِيعِيَّ: (الاستعداد)، قَالَ: "قَدْ يَنْفِقُ أَنْ تَكُونَ الْآلَةُ الَّتِي فِيهَا الْاوتَارُ لَهَا فِي نَفْسِهَا اسْتِعْدَادٌ لِأَنْ تُسْمَعَ مِنْهَا نَعْمٌ عِنْدَمَا تُهَزُّ اوتَارُهَا" (الفارابي، 2009م).

وَالرَّنِينُ هُوَ تَدْبِذُ جِسْمٍ مَا عَنِ طَرِيقِ تَدْبِذِ جِسْمٍ آخَرَ لِتَوَافُقِهِمَا فِي التَّرْدُدِ، فَلِلْأَجْسَامِ الْقَابِلَةِ لِلْإِهْتِرَازِ ذَبَابَاتٌ طَبِيعِيَّةٌ، فَإِذَا تَعَرَّضَ هَذَا الْجِسْمُ لِتَرْدُدٍ خَارِجِيٍّ مُمَاتِلٍ لِأَحَدِ هَذِهِ التَّرْدُدَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ تَحَقَّقُ شَرْطُ الرَّنِينِ، وَامْتَصَّ الْجِسْمُ طَاقَةً فَتَزْدَادُ سَعَةُ اهْتِرَازَاتِهِ وَتَتَضَاعَفُ.

إِنَّكَ إِذَا تَقَرَّتْ كَأْسًا بِأَصْبَعِكَ اهْتَزَّتْ وَأَصْدَرَتْ صَوْتًا بِتَرْدُدٍ خَاصٍّ هُوَ تَرْدُدُهَا الطَّبِيعِيَّةُ، وَلَوْ أَنَّ مُعْنِيًّا اسْتَطَاعَ أَنْ يُعْنِيَ لِحْنًا بِتَرْدُدٍ مُمَاتِلٍ لِلتَّرْدُدِ الطَّبِيعِيِّ لِلْكَأْسِ لَاهْتَزَّتْ الْكَأْسُ فِي مَكَانِهَا، وَقَدْ تَهَشَّمْ! وَمِنَ الْأَمْثَلَةِ الشَّهِيرَةِ الْمَأْسُورَةِ أَنَّ جُنُودًا سَارُوا بِخَطَوَاتٍ عَسْكَرِيَّةٍ مُنْتَظِمَةٍ عَلَى جِسْرِ مِنَ الْجُسُورِ، فَتَطَابَقَ تَرْدُدُ خُطَوَاتِهِمْ مَعَ التَّرْدُدِ الطَّبِيعِيِّ لِلْجِسْرِ، فَاهْتَزَّ الْجِسْرُ بِهِمْ وَتَحَطَّمْ!

وِلْظَاهِرَةِ الرَّنِينِ دَوْرٌ هَامٌّ فِي الْآلَاتِ الْمَوْسِيقِيَّةِ كَأَلَةِ الْعُودِ وَغَيْرِهِ؛ إِذْ إِنَّ اهْتِرَازَ الْاوتَارِ الْمَشْدُودَةِ فِي حُدِّ ذَاتِهِ لَا يُنْتِجُ صَوْتًا قَوِيًّا، وَلَكِنَّ الْأَصْوَاتِ الْمَوْسِيقِيَّةِ وَالنَّغَمَاتِ الَّتِي تُسْمَعُ مِنْ آلَةِ الْعُودِ هِيَ فِي الْوَاقِعِ تَجَاوُبُ تَجْوِيفَاتِ آلَةِ الْعُودِ مَعَ اهْتِرَازِ اوتَارِهِ، فَعِنْدَ اهْتِرَازِ الْوَتْرِ بِتَرْدُدٍ يَنْتَاسِبُ مَعَ أَحَدِ التَّرْدُدَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ لِهَذِهِ التَّجْوِيفَاتِ يَحْدُثُ الرَّنِينُ، وَتَصْدُرُ نَعْمَةٌ قَوِيَّةٌ مُمَيِّزَةٌ تَعْتَمِدُ عَلَى شَكْلِ التَّجْوِيفِ الْدَاخِلِيِّ لِلْعُودِ.

وَالْوَاقِعُ أَنَّ التَّجْوِيفَاتِ، وَمِنْهَا تَجْوِيفَاتُ أَعْضَاءِ النُّطْقِ، تُمَثِّلُ أَفْضَلَ مَضْحَمٍ لِلْأَصْوَاتِ، فَالْأَصْوَاتُ الَّتِي نُحْدِثُهَا بِوَسْطَةِ الْحَنْجَرَةِ تُحْدِثُ رَنِينًا فِي الْهَوَاءِ يَمَلَأُ التَّجْوِيفَاتِ الْمَوْجُودَةَ فِي الْحَلْقِ وَالْفَمِ وَالْحَيْشُومِ، وَيَعْتَمِدُ التَّرْدُدُ الطَّبِيعِيُّ لِهَذَا الْهَوَاءِ عَلَى شَكْلِ وَحْجِ هَذِهِ التَّجْوِيفَاتِ، فَبِوَسْطَةِ حَرَكَةِ الْحَنْجَرَةِ وَاللِّسَانِ وَالشَّفَقَتَيْنِ وَالْحَنَكِ اللَّيِّنِ يَسْتَطِيعُ الْإِنْسَانُ أَنْ يُغَيِّرَ مِنْ شَكْلِ وَحْجِ أَكْثَرِ تَجْوِيفَاتِ أَعْضَاءِ النُّطْقِ، وَيُغَيِّرُ بِالتَّالِيِ تَأْثِيرَ رَنِينِهَا عَلَى التَّرْدُدِ الْأَسَاسِيِّ الَّذِي يُنْتِجُهُ الْوَتْرَانُ الصَّوْتِيَّانِ فِي الْحَنْجَرَةِ. وَنَظَرًا إِلَى أَنَّهُ لَا يَوْجَدُ شَخْصَانِ يَتَمَاتِلَانِ فِي وَحْجِ وَشَكْلِ هَذِهِ التَّجْوِيفَاتِ، فَإِنَّ أَصْوَاتَ الْبَشَرِ تَخْتَلِفُ فِي نَوْعِيَّتِهَا، وَلِذَا فَإِنَّا نَسْتَطِيعُ أَنْ نُمَيِّزَ صَوْتَ صَدِيقٍ مِنْ بَيْنِ مَنَاتِ

الْأَصْوَاتِ الْآخَرَى. وَهَذِهِ الْحَقِيقَةُ تُوضِّحُ أَيْضًا سَبَبَ تَغْيِيرِ أَصْوَاتِنَا عِنْدَمَا نُصَابُ بِالرُّكَامِ.

اسْتَعْمَلَ الْفَارَابِيُّ مِصْطَلَحَ: (الدَّوِّيُّ) فِي شَرْحِهِ لظَاهِرَةِ الرَّنِينِ، قَالَ: "قَمْتَى تَمُوجُ الْهَوَاءِ الَّذِي حَوْلَ الْاوتَارِ عِنْدَمَا تَهْتَزُّ، تَأْدَى ذَلِكَ مِنَ الْمَنَافِذِ إِلَى تَجْوِيفَاتِهَا فَيَحْدُثُ مِنَ الْهَوَاءِ الْمُنْحَصِرِ فِيهَا دَوِيٌّ" (الفارابي، 2009م).

خاتمة البحث وتوصياته

1. إن معارف المدرسة العقلية عند علماء المسلمين تشبه إلى حد كبير المعارف الصوتية المعاصرة، ويظهر هذا واضحا من خلال ما قدمته هذه الدراسة. ويلزم على الباحثين الكشف عن جهود الأوائل الصوتية في هذا المضمار.

2. إن مفهوم الحدة والنقل عند المعاصرين يختلف عنه عند السابقين، فالمعاصرون يعنون بالحدة والنقل التغير في درجة الصوت (PICH)، والتي تعتمد بشكل أساسي على التغير في التردد (Frequency)، أما نظرة السابقين للحدة والنقل في الأصوات فهي نظرة شاملة تتناول كل ما يحدث تغييرا في الموجة الصوتية.

3. يُعَدُّ الْفَارَابِيُّ رَائِدَ نَظَرِيَةِ الْحَدَّةِ وَالنَّقْلِ فِي الْأَصْوَاتِ، وَمَا يَتَعَلَّقُ فِيهَا مِنْ دَرَجَةِ الصَّوْتِ وَشِدَّتِهِ.

4. إن إدراك الفارابي لكيفية حدوث الصوت بواسطة التضغط والتداخل في جزئيات الهواء يمثل ما نعرفه في علم الأصوات المعاصر يعد سبقا علميا لعلمائنا المتقدمين.

5. إن الكشف عن العلاقات الرياضية التي تتحكم في شدة الصوت ودرجته عند الفارابي من الإنجازات المهمة لعلماء المسلمين.

6. إن تقسيم الفارابي للأجسام المؤهلة لنقل الموجة الصوتية إلى خمسة أنواع: مهتزة، ويزحف على وترها، ومجوفة نفخية، ورنانة، وعاكسة للموجات يشير إلى معرفته الواسعة بعلم الموسيقى وآلاته.

7. إن اشتراط الفارابي "الملاسة" في الأجسام العاكسة والرنانة فيه إدراك حطير ودقيق لظاهرتي الرنين والصدى، فمهندسو الصوت يعلمون جيدا أن أكثر الأسطح فعالية لعكس الصوت هي الأجسام الصلبة المساء ذات الملمس القاسي، مثل الجدران والأسقف والأرضيات الصلبة. أما الأجسام الطرية، وتلك التي تكون ذات مسام كثيرة مثل السجاد والسناثر وغيرها، فإنها تُعْتَبَرُ عَاكِسَاتٍ رَدِيئَةً لِلصَّوْتِ، فَهِيَ تَمْتَصُّ نِسْبَةً عَالِيَةً مِنَ الصَّوْتِ عِبْرَ مَسَامِهَا.

المصادر والمراجع

شيري، ط1: دار إحياء التراث العربي.
 إخوان الصفا، رسائل إخوان الصفاء وخلصان الوفاء، بيروت: دار بيروت للطباعة والنشر.
 بركة، ب. علم الأصوات العام، بيروت: مركز الإنماء القومي.
 حسان، ت. (1400هـ-1979م)، مناهج البحث في اللغة، الدار البيضاء: دار الثقافة.
 الذهبي، م. (1413هـ-1993م)، تاريخ الإسلام ووفيات المشاهير والأعلام، تح عمر عبد السلام التدمري، ط2 بيروت: دار الكتاب العربي.
 الذهبي، م. (1427هـ-2006م)، سير أعلام النبلاء، القاهرة: دار الحديث.
 الشيباني، خ. (1416هـ-1996م)، الفيزياء للأدباء، ط1: الدار السعودية للنشر والتوزيع.
 الصفدي، ص. (1420هـ-2000م)، الوافي بالوفيات، تح: أحمد الأرنؤوط وتركي مصطفى، ط1 بيروت: دار إحياء التراث.
 الفارابي، أ. الموسيقى الكبير، تح: غطاس عبد الملك خشبة، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر.
 القفطي، ع. (1426هـ-2005م)، أخبار العلماء بأخبار الحكماء، تح: إبراهيم شمس الدين، ط1 بيروت - لبنان: دار الكتب العلمية.
 المجوسي، ع. كامل الصناعة الطبية، ألمانيا الاتحادية: منشورات معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية في إطار جامعة فرانكفورت-، يصدرها فؤاد سزكين، سلسلة عيون التراث.
 مصلوح، س. (1400هـ-1980م)، دراسة السمع والكلام، القاهرة: عالم الكتب.
 اليافعي، ع. (1417هـ-1997م)، مرآة الجنان وعبرة اليقظان في معرفة ما يعتبر من حوادث الزمان، وضع حواشيه: خليل المنصور، ط1 بيروت - لبنان: دار الكتب العلمية.

ابن أبي أصيبعة، أ. عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تح: الدكتور نزار رضا، بيروت: دار مكتبة الحياة.
 ابن العبري، غ. (1992م) تاريخ مختصر الدول، تح: أنطون صالحاني اليسوعي، ط3 بيروت: دار الشرق.
 ابن العماد الحنبلي، ع. (1406هـ-1986م)، شذرات الذهب في أخبار من ذهب، تح: محمود الأرنؤوط، خرّج أحاديثه: عبد القادر الأرنؤوط، ط1 دمشق - بيروت: دار ابن كثير.
 ابن أيوب (صاحب حماة)، ع. (?)، المختصر في أخبار البشر، ط1 مصر: المطبعة الحسينية المصرية.
 ابن خلكان، أ. (1994م)، وفيات الأعيان وأنباء أبناء الزمان، تح: إحسان عباس، ط1 بيروت: دار صادر.
 ابن سينا، ا. (1371هـ-1952م)، الشفاء، الجملة الأولى في المنطق: الفن الأول: المدخل، مراجعة إبراهيم مذكور، تحقيق فنواتي وآخرين، المطبعة القومية.
 ابن سينا، ا. (1403هـ-1983م)، أسباب حدوث الحروف، تحقيق محمد حسان الطيان ويحيى مير علم، ط1 دمشق، مطبوعات مجمع اللغة العربية.
 ابن سينا، ا. (1954م)، الشفاء، الفن الثامن: الخطابة، مراجعة إبراهيم مذكور، تحقيق محمد سليم سالم، القاهرة: وزارة المعارف العمومية، الإدارة العامة للثقافة، المطبعة الأميرية بالقاهرة.
 ابن سينا، ا. (1966م)، الشفاء، الفن التاسع: الشعر، تحقيق عبد الرحمن بدوي، القاهرة. القسم الخاص بالطبيعيات، مراجعة إبراهيم مذكور، تحقيق محمود قاسم.
 ابن فارس، أ. (1991م)، مقاييس اللغة، تح: عبد السلام هارون، ط1 بيروت: دار الجيل.
 ابن كثير، إ. (1408هـ-1988م)، البداية والنهاية، تح: علي

Sound Pitch and Heaviness as Discussed “Physical Phonological Study”

*Adel I. Abushaar**

ABSTRACT

According to Muslim traditions, the sciences of sounds, acoustics, and phonetics are based on two great schools. The first is the school of narration, which is founded upon the Qur'an and its sciences, and is represented by the sciences of Qur'anic recitals, tajweed or the perfection of pronunciation, grammar, conjugation, dictionaries and rhetoric. The second is the school of reason, which is based upon knowledge gleaned from previous nations, and is represented by the sciences of scholastic theology, logic, philosophy, music, and medicine. The main topics addressed in the latter school are the same topics, in their parts and chapters, which are studied in modern phonetics. Such topics include how sound is produced and heard, and the intensity and pitch of sound, among others. This study addresses the concepts of pitch and heaviness of sounds as studied by the great, erudite personage, “The Second Teacher” and the supreme Muslim philosopher, Abu Nasr Al-Farabi (339 AH or 950 CE), thus encouraging the inspection of a tiny fraction of the sciences of this school of reason, which has not been given its rightful attention in our modern era.

Keywords: Sharpness, Weight, Sounds, Al-Farabi.

* Department of Quranic Recitations and Studies, Faculty of Proselytism and Foundations of Religion, The World Islamic Sciences and Education University, Jordan. Received on 30/11/2015 and Accepted for Publication on 04/03/2016.